SEMINAR III

Halogeni elementi i njihovi spojevi

Zadatak 1 a) Može li se elementarni fluor pripraviti oksidacijom ili raspadom metalnih fluorida iz vodenih otopina? Napišite pripadajuće jednadžbe reakcija.

b) Prva od metoda dobivanja fluora bila je anodna oksidacija fluorida u bezvodnom fluorovodiku. Napišite jednadžbe reakcija koje se događaju na elektrodama ako se kao izvor fluoridnog iona koristi kalijev fluorid.

Zadatak 2 Elementarni brom se u laboratoriju može pripraviti reakcijom kalijevog bromata i kalijevog bromida u kiselom mediju, uz blago zagrijavanje reakcijske smjese.

a) Napišite jednadžbu reakcije.

b) Bi li iskorištenje te reakcije bilo veće ili manje u lužnatom, nego u kiselom mediju?

Zadatak 3 Elementarni jod se u laboratoriju može pripraviti reakcijom natrijevog jodata i natrijevog hidrogensulfita u kiselom mediju.

a) Napišite jednadžbu reakcije.

b) Zašto u toj reakciji nije preporučljivo koristiti suvišak natrijevog hidrogensulfita?

Zadatak 4 Plinoviti produkt **A** nastao dokapavanjem koncentrirane klorovodične kiseline na manganov dioksid uvođen je u ispiralicu s destiliranom vodom. Uranjanjem plavog indikatorskog papirića u nastalu otopinu on je promijenio boju u crvenu, a nakon nekog vremena je u potpunosti izblijedio.

a) Napišite jednadžbu reakcije nastajanja plina **A**, njegove rekcije s vodom i promjenu boje indikatorskog papirića.

b) Što bi se dogodilo kad bi se u koncentriranu otopinu plina **A** u vodi dodala solna kiselina?

Uvođenjem plina **A** preko ispiralice u hladnu otopinu kalijevog hidroksida u vodi dolazi do promjene boje otopine iz bezbojne u zelenkastu i do nastajanja dvije vrste iona (**B** i **C**). Zagrijavanjem dobivene otopine ona mijenja boju u bezbojnu pri čemu iz iona **B** nastaju ioni **C** i **D**. Postupnim hlađenjem otopine iz nje iskristalizira sol koja u svom sastavu sadrži ione **D**.

c) Napišite jednadžbe reakcija navedenih promjena.

d) Blagim zagrijavanjem čvrste kalijeve soli koja sadrži ione **D** dolazi do disproporcioniranja pri čemu nastaju kalijeve soli koje sadrže anione **C** i **E** te bezbojni plin **F** koji podržava gorenje. Topljive soli alkalijskih i zemnoalkalijskih metala s ionima **E** jaki su oksidansi, a često se koriste i u fizikalno-kemijskim mjerenjima za održavanje konstantne ionske jakosti. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu iona **E** i objasnite zašto su pogodni za tu primjenu i napišite jednadžbu reakcije nastajanja **C**, **E** i **F**!

e) Ioni **B**, **D** i **E** su kiselinski ostatci odgovarajućih jednoprotonskih kiselina. Nacrtajte njihove strukturne formule i rangirajte ih po jakosti od najslabije prema najjačoj.

f) Disproporcioniranje aniona **B** u lužnatom mediju može se ubrzati zagrijavanjem, dok u kiselom mediju uglavnom ne dolazi do disproporcioniranja čak niti uz zagrijavanje reakcijske smjese. Zašto?

Zadatak 5. U dvije epruvete s ljubičastom vodenom otopinom kalijevog permanganata doda se razrijeđena klorovodična kiselina. Jedna od epruveta se blago zagrije na plinskom plameniku, a druga služi kao kontrola. Dobivena otopina nakon zagrijavanja ulije se u epruvetu s plinom dobivenim hidrolizom fosforovog(III) jodida. Dobivena otopina razdijeli se na tri epruvete. U jednu se ulije heksan, u drugu vodena otopina natrijevog sulfita, a u treću se ubaci škrobni papirić. Sadržaj svih triju epruveta se promiješa te se epruvete ostave na stalku.

a) Napišite jednadžbe reakcija svih promjena koje su se dogodile tijekom pokusa.

b) Jod se u laboratoriju može pripraviti i miješanjem vodenih otopina modre galice i kalijevog jodida. Napišite jednadžbu reakcije.

c) Uvođenjem acetilena u bromnu vodu dolazi do obezbojenja otopine. Napišite jednadžu reakcije.

Zadatak 6. a) Fluorovodik i klorovodik mogu se pripraviti dokapavanjem koncentrirane sumporne kiseline na čvrste fluoride i kloride alkalijskih ili zemnoalkalijskih metala. Napišite jednadžbe reakcija na primjeru kalcijevog fluorida i natrijevog klorida.

b) Duljim stajanjem na zraku fluorovodična i klorovodična kiselina ostaju bezbojne i bistre tekućine, bromovodična postaje blago žućkasta, a jodovodična kiselina poprima svjetlosmeđu boju. Kako objašnjavate te razlike?

Zadatak 7. Napišite jednadžbe reakcija priprave sljedećih spojeva:

a) Litijev fluorid

b) Natrijev klorid (dvije različite metode)

c) Kalcijev klorid heksahidrat i bezvodni kalcijev klorid

d) Aluminijev(III) klorid heksahidrat i bezvodni aluminijev(III) klorid

e) Srebrov jodid

f) Zlatov(III) klorid i zlatov(I) klorid

g) Bakrov(I) klorid i bezvodni bakrov(II) klorid

Zadatak 8. a) Otapanjem jodovog(V) oksida u vodi nastaje oksokiselina joda **A**. Nacrtajte strukturnu formulu jodovog(V) oksida i oksokiseline **A** te jednadžbu reakcije njezinog dobivanja.

b) Kalijeva sol kiseline **A** (tvar **B**) može se pripraviti zagrijavanjem kalijevog klorata s elementarnim jodom, uz odvođenje plinovitog (nus)produkta. Napišite jednadžbu reakcije.

c) Oksidacijom tvari **B** hipokloritima u lužnatom vodenom mediju nastaje sol **C** u čiji sastav ulazi kalijev kation i anion **Z** koji sadrži 56,17 % joda, 1,34 % vodika, a ostatak je kisik. Napišite kemijsku formulu tvari **C**.

d) Anion **Z** je dvostruko deprotonirana forma kiseline **D** koja se može pripraviti i anodnom oksidacijom jodata te naknadnim zakiseljavanjem reakcijske smjese. Napišite jednadžbe (polu)reakcija i nacrtajte Lewisovu formulu kiseline **D**.

e) Smanjenjem pH vodene otopine koja sadrži anione **Z** nastaje oksokiselina joda **E**, koja se može pripraviti i dehidratacijom kiseline **D**. Napišite jednadžbe kemijskih reakcija i Lewisovu formulu kiseline **E**. Je li kiselina **E** jača ili slabija od izostrukturne kiseline klora?

f) Kako objašnjavate činjenicu da perjodna kiselina može postojati u više strukturnih formi, dok perhalogene kiseline klora i broma postoje u samo jednoj strukturnoj formi?

g) Jodov(V) oksid selektivno i kvantitativno oksidira ugljikov(II) oksid čak i pri sobnoj temperaturi. Kroz cijev s jodovim(V) oksidom propušteno je 10,0 L zraka, a oslobođeni jod titriran je s 4,00 mL otopine natrijeva tiosulfata množinske koncentracije $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1}. Izračunajte volumni udio ugljikova(II) oksida u zraku.

h) Zašto se umjesto jodovog(V) oksida ne bi mogao upotrijebiti klorov(V) oksid?

Zadatak 9. Za sljedeće okside nacrtajte njihove Lewisove strukturne formule te napišite i izjednačite jednadžbe reakcija tih oksida s vodom.

$$Cl_2O \qquad ClO_2 \qquad Cl_2O_7$$

Zadatak 10. Na stolu se nalazi sedam bočica označenih slovima A–G koje sadrže redom vodene otopine: natrijeva fluorida, natrijeva klorida, natrijeva bromida, natrijeva jodida, natrijeva hipoklorita, kalijeva klorata i natrijeva perklorata. Na raspolaganju imate vodene otopine srebrova nitrata, amonijaka, kalcijeva nitrata, kalijeva jodida sa škrobom, sumporne kiseline, klornu vodu, koncentrirane otopine amonijaka i sumporne kiseline, heksan i zasićenu otopinu kalijeva klorida.

a) Predložite postupak kojim biste u najmanje koraka identificirali kemijski sastav otopina A–G.

b) Zašto se dokaz halogenida radi u otopini zakiseljenoj s dušičnom, a ne klorovodičnom ili sumpornom kiselinom?

c) Razlikuju li se srebrovi halogenidi prema topljivosti u amonijaku?

Zadatak 11. a) Žućkasta tekućina **A** sadrži samo brom i fluor, a maseni udio broma u njoj je 58,37 %. Odredite empirijsku formulu tvari **A**. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu, odredite VSEPR-tip i oblik molekule te objasnite zašto je vezni kut F–Br–F manji od 90° (eksp. 86,2°).

b) Čista tvar **A** dobro provodi električnu struju jer podliježe autoionizaciji. Napišite jednadžbu autoionizacije.

c) Uzorak onečišćenog IF_5 mase 0,2500 g hidroliziran je u plastičnoj posudi. Otopini je dodan suvišak KI, otopina je zakiseljena, a izlučeni jod titriran je s 64,2 mL otopine $Na_2S_2O_3$ množinske koncentracije 0,1000 mol L^{-1}. Napišite jednadžbe svih reakcija i izračunajte maseni udio IF_5 u uzorku. Pretpostavite da onečišćenja ne reagiraju.

d) Zašto se reakcija iz c) ne smije raditi u staklenom posuđu? Napišite jednadžbu kemijske reakcije.